天然災害後水稻病害之發生與管理

黃德昌、朱盛祺
行政院農業委員會臺東區農業改良場

摘　　要

水稻為國人的主要食物也是種植面積最廣的作物，每年平均種植面積達42.2萬公頃，佔總耕地面積達54.5%；面臨天然災害的威脅，水稻每年受災害的程度平均可高達26%，損失金額平均高達新臺幣10.2億元。造成臺灣農業災害的因素主要有颱風、豪雨、低溫、冰雹、乾旱等5類，其中以颱風和豪雨危害最為嚴重，颱風帶來強風豪雨造成水稻倒伏及田區淹水，加上天氣放晴後溫度升高，容易使水稻病害孳生蔓延。一期作水稻正值梅雨季，為稻熱病的好發期；二期作颱風過後則容易發生紋枯病、白葉枯病及胡麻葉枯病，災害前後水稻病害管理策略包括：栽培抗病品種、施肥技術改進，增加磷、鉀肥並減少氮肥過量施用，以提升抗病性、加大行株距使田間通風良好，降低水稻病害的蔓延速率、風雨前施用適當藥劑預防病菌感染；災後則應迅速排水，清理田區，並把握時機及時施藥，減少病菌由傷口感染的機會；寒流過境時，應特別注意氣溫動態，適時調整播種或插秧期，初植水稻於颱風過後即予檢查補植，生育期中者則應補施氮肥，以促使恢復生長勢。確實做好天然災害預防措施、災後復育及病害防治，能有效減少因病害造成之二次損害，確保農民收益。

關鍵詞：天然災害、水稻病害、管理策略、颱風、豪雨

緒　　言

臺灣位於歐亞大陸和太平洋之交接處，介於大陸型氣候與海洋型氣候，氣候多變。夏季受海洋氣團影響，多颱風豪雨；冬季受大陸氣團影響，

則有寒流、季風；春夏之交，大陸氣團與海洋氣團勢均力敵、致有陰雨霏霏的「梅雨季」，並常有導致重大災害的激烈氣候，造成乾旱、水災、寒害、風災、土石流等，天然災害較其他國家頻繁。儘管現代科技不斷開發與進步，然而對於天然災害仍無法有效掌握，一旦遭受天然災害之侵襲，對農業將造成重大威脅。因此目前臺灣兩期水稻栽培原則，以避開低溫寒害，並調整一、二期作的生育時期，使第一期作的抽穗期避開梅雨季節；，第二期作的幼苗期則適逢颱風豪雨時期，以降低水稻在天然災害中的損失。近年來由於耕作制度的改變，高經濟作物的興起，栽培習性的轉變等農業環境的改變，復以颱風、豪雨的提前或延後侵襲，致使稻作受天然災害之危害時有所聞，颱風帶來強風豪雨造成作物倒伏及田區淹水，加上天氣放晴後溫度升高，導致田間耕作環境高溫高濕，容易使水稻疫病害蟲孳生蔓延，一期作水稻為稻熱病的好發期，及二期作水稻發生紋枯病、白葉枯病及胡麻葉枯病之風險大為提高，往往造成產量與品質嚴重的損失，因此，有效做颱風豪雨季節的預防措施及災後復育，可以避免損失，提高收益。

氣象災害對於臺灣水稻栽培之影響

由行政院農業委員會統計年報的資料顯示，1991 至2008 年間臺灣地區發生重大農作物氣象災害總計有24 次，農作物受災損失的金額估計達新臺幣810億元。氣象災害主要有颱風、豪雨、低溫寒害、冰雹、乾旱等5大類，其中以颱風所造成的災害損失最為嚴重，高達所有災害損失的75.4% (表一)，因此，對於颱風災害要特別注意防範，以減少損失。在水稻方面，分析近5年來（2004年至2008年)之災害損失資料，顯示依災害規模大小不同，各年度間災損之情況些差異不大，水稻每年受災害的程度平均可高達26％；換算受災損害的面積在4,5103 至236,136公頃間；每年損失金額平均也高達新臺幣10.2億元(表二)。除上述天然氣象災害對水稻造成直接的損傷外，災害後所引發的病蟲害問題也不容忽視，如災害前後未把握病蟲害的適當防治時機，正確採行防治措施，很容易再度造成可觀的二次損失。以

下針對氣候條件、天然災害與水稻病害直接或間接相關之因素進行討論，並提出氣象災害前後防治策略與方法以供參考。

表一、重大農業災害產物估計損失（80-97 年）
Table 1. The major types of agricultural meteorological disasters occurred in Taiwan during the period of 1991 to 2008 [a]

災害種類 (Type of disaster)	災害次數 (No. disasters)	農作物經濟損失 (Estimated loss)	
		價值（Value）[b]	百分比（%）
颱風(Typhoon)	10	611.2	75.4
暴雨(Heavy rain shower)	7	100.0	12.3
寒害(Chilling temperature)	3	57.3	7.1
冰雹(Hailstone)	2	35.8	4.4
乾旱(Drought)	2	6.7	0.8

[a] Data source: Council of Agriculture (2009).
[b] 100 Million NTD

表二、重大天然災害水稻損失估計（93-97年）
Table 2. The estimated losses of rice by meteorological disasters occurred in Taiwan during the period of 2004 to 2008 [a]

年份 Year	被害程度(%) (Percentage damaged)	被害面積 Area damaged [b]	估計損失 (Estimated loss)	
			數量 (Quantity)[c]	價值 (Value)[d]
2008	26	189,871	542,536	12.6
2007	28	153,538	522,972	10.6
2006	20	45,103	117,679	3.1
2005	27	236,136	760,975	18.2
2004	27	79,195	271,149	5.2

[a] Data source: Council of Agriculture (2004, 2005, 2006, 2007 and 2008).
[b] Estimated by hectre；[C] Estimated by metric ton；[d] 100 Million NTD.

稻熱病發病生態與氣候因素之關係

臺灣地區水稻一期作於3月上旬，仍受大陸冷氣團影響，各地氣溫仍然偏低，秧苗普遍生長遲滯，致使部分農民增施過量氮肥，造成植株葉片柔弱，降低對稻熱病之抗性（圖一）。此外，稻熱病菌從產孢到侵入稻株的感染過程，均密切地受到溫度、溼度、雨量及風等各項氣候因素所影響，夜溫16~20℃、日溫25~28℃及相對濕度93%~100%之環境最利於稻熱病菌之分生孢子產生、釋放、傳播、著落、發芽、形成附著器乃至侵入，一期作水稻分蘗期間(3～4月份)，天氣受到鋒面系統影響，經常會有多道鋒面通過，鋒面接近之前氣溫偏高，鋒面影響期間有陣雨或雷雨，鋒面過後氣溫下降，天氣變化較大。由於氣溫高低不定，加上多雲、晨霧且偶有陣雨，稻株抗病性降低，稻熱病發生機會增加 [15]，是造成稻熱病於梅雨季節容易嚴重發生的主要原因（圖二）。

圖一、葉稻熱病於環境適合時，病斑相互融合擴及整片稻葉。

Fig 1. When the environment was suitable for rice blast, the disease spots merged to cover almost whole rice leaves.

圖二、梅雨季節穗稻熱病經常嚴重。

Fig 2. Rice blast frequently occurred in rice grains during monsoon season.

紋枯病病菌生態與發病條件

紋枯病農友俗稱臭腳胴，病原菌有性世代為*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk；無性世代為*Rhizoctonia solani* Kuhn[8]，為水稻二期作重要的病害之一，發生於水稻葉鞘、稻桿及葉片等部位，尤以葉鞘受害最為嚴重。稻紋枯病在高溫（30~32℃），多濕（相對濕度90%以上）環境下，特別是下陣雨，天氣悶熱時，最容易發生，而且蔓延速度極快，危害嚴重[6]。發病初期於葉鞘外側形成橢圓形病斑，周緣不明顯。如環境適宜，同一葉鞘上所生鄰接之病斑迅速擴大合成虎斑狀（圖三）。通常於分蘖盛期至孕穗期最適合於病勢之進展，罹病稻株之葉片逐漸呈現黃色而凋萎（圖四）。嚴重時可使生育後期之稻株倒伏，對產量影響很大。

紋枯病菌生態學研究結果發現，其初次感染源（Primary inoculum）為菌核，二次感染源（Secondary inoculum）則以菌絲為主[4]。從插秧至分蘖中期在田中所採集到之菌核，其發芽率約為50~75%[2]，分蘖期田間紋枯病之發生與附著菌核之水稻叢數及菌核發芽率有關。第一期作插秧30~45天後

圖三、水稻紋枯病典型病徵。
Fig 3. The typical symptom of rice sheath blight .

圖四、紋枯病主要發生於第二期作分蘖盛期。
Fig 4. Rice sheath blight commonly occurred during active tillering stage in the second cropping season.

或第二期作15~30天後，即水稻分蘗中期，紋枯病從稻叢基部開始發生[6]。病菌侵入水稻組織後，利用菌絲在組織中蔓延，濕度大，尤其遇下雨時，病斑急速往上擴展。水稻分蘗盛期以後，稻株間葉片逐漸稠密，田間交織的稻葉即為第二次感染源傳播之因子。相對濕度高、有露水或下雨時，病菌之蔓延則更迅速，水稻孕穗期及抽穗期為紋枯病橫向病勢進展之主要時期[3]，水稻紋枯病原菌主要以菌核為殘存體，田間紋枯病發病率28.5%時，每公頃產生之菌核量高達200萬個之多[10]。病株上之菌核在水稻收穫後，大部份菌核掉落於稻樁上，分析稻樁上與土表面菌核量比值平均為7.9 比1 。收穫時菌核發芽率約為90~100%，殘存至下期作插秧時降為70~80%，到分蘗期約為50~75%。菌核被埋入積水狀況之砂土中約可存活8個月，在土表面則可存活2年之久[4]。

白葉枯病發病生態與災害逆境的關係

水稻白葉枯病由病原細菌*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*（Ishiyama）Dye 引起[19]，病原細菌由水孔侵入，在葉片邊緣形成波浪狀病斑，病原細菌隨著葉脈往下蔓延，在葉脈兩側形成黃化病斑（圖五），露水未乾時，細菌會溢泌在葉緣水孔形成菌泥，隨人員走動或雨水而傳播。在第二期作高溫環境下，偶而會發生白葉枯病急速萎凋型病徵，溫度25~30℃，本病最容易發生嚴重（圖六），17℃以下則很少發生。因此，熱帶地區整年幾乎皆可發生。高溫多雨[23]可增加病害嚴重性，特別是雨水淹沒稻田後發生更為猖獗[16]；分蘗盛期如遇颱風挾帶豪雨，則嚴重助長其蔓延危害[17]，高溫和高濕有利病菌由病組織內溢出，而高雨量及強風有助病菌之傳播並造成傷口供病菌侵入。株距太窄有利水稻生長早期病害之發生，而對後期之影響不大；使用高氮肥降低水稻對病害之抵抗性[24]。病原菌可在稻樁內越冬而成為下一季稻作之最初感染源[27]，也可長年存在於一些雜草上，而把病原菌釋放到灌溉水做為第一次感染源[25]。白葉枯病存活於土壤的時間，受土壤含水量及溫度之影響。淹水土中，在溫度30、20、10及1~4℃分別可存活4、32、80和92 天；而在含水20%土壤中，溫度30℃、20℃、10℃及1~4℃

則可分別存活8、32、120和160天[19]。臺灣水稻二期作中、後期正值九月下旬至十一月上旬，臺灣常有颱風侵襲，其外圍環流與東北季風，形成共伴效應後，常帶來豐沛雨水，颱風前空氣濕度高，颱風時風雨吹襲，容易使白葉枯病發生嚴重且蔓延迅速。

圖五、水稻白葉枯病典型病徵

Fig 5. Typical symptom of rice bacterial leaf blight.

圖六、98 年二期作風災過後臺稉 9 號白葉枯病發生嚴重田

Fig 6. Rice bacterial leaf blight seriously occurred on rice cultivar of Tai-Keng No. 9 in paddy after typhoons.

胡麻葉枯病發病生態與環境因素之相關性

稻胡麻葉枯病由 *Cochliobolus miyabeanus*(無性世代 *Bipolaris oryzae*)所引起，為臺灣稻作主要風土病之一[1]。水稻各生育期均可能受稻胡麻葉枯病菌危害，土壤貧瘠或乾旱地區容易發生本病，其它病蟲害引起稻株生育不良後，本病亦常伴隨發生。本病危害本田期稻株之部位以葉片（圖七）為主，亦可危害葉舌、穗梗及穀粒等部位，但較少危害稻節及葉鞘。本病如嚴重發生，將造成重大損失（圖八），孟加拉曾於 1942 年因本病大發生而造成該國之饑荒[22]。胡麻葉枯病菌感染水稻葉片後，初呈現褐色小斑點，

漸擴大成胡麻粒狀或橢圓形之暗褐色病斑，具淡黃色暈環；葉鞘受害則呈不規則的淡褐色大病班；節部、穗及枝梗被害時，呈暗褐色或淡褐色。發病嚴重時造成水稻大量枯葉，對產量與品質均造成嚴重影響。目前臺東地區普遍栽培的高雄 139 號、臺東 30 號、臺稉 9 號，均無抗病性。本病適宜發生的溫度為 25～30℃，而二期作水稻的生育期適逢高溫，因此，二期作中後期較易發病且較嚴重，一般適當的水溫為 30～32℃，如果水溫較此範圍高或低時，會造成營養吸收之選擇性抑制而使水稻容易感受胡麻葉枯病。在夜晚高溫和在仲夏光度強的情況下，容易發生胡麻葉枯病。空氣高濕和土壤水分低時，不僅抑制矽和鉀的吸收，並且減低葉片矽酸及氧化鉀的含量，而增加水稻對胡麻葉枯病的感受性。輕度發生時減產不顯著，中度發病會造成 12%減產，嚴重時造成 30-43%甚至 50-90%之減產。本病除造成減產外，亦會降低稻米品質[22]。

圖七、胡麻葉枯病典型病徵

Fig 7. Typical symptom of rice helminthosporium leaf spot.

圖八、颱風過後胡麻葉枯病發生嚴重高雄 139 號水稻

Fig 8. Helminthosporium leaf spot seriously occurred on rice cultivar of Kaohsiung No.139 after typhoons in Taitung.

天然災害前病害預測與流行病之發生

病害預測為病害防治之主要一環，若能在病害發生前即施行保護或防治措施，不但可降低感染源，更能有效降低病勢之發展，在流行病學之觀點，首要注意的是氣候條件及環境因子。白葉枯病預測方法如下:

1. 依據氣象條件：日本在早期曾用雨量、光線、溫度、颱風次數和嚴重性等氣象因子來預測白葉枯病發生，在水稻生育中後期，由颱風發生之次數可正確預估病害之發生，而七至八月之降雨量及光線亦與病害發生具相關性．夏天若溫度低或九月時高雨量導致低溫，會降低病害之發生，並於試驗結果發現，病害發生程度和發生面積與本田初期之雨量和下雨天數有很高之正相關。

2. 設置預測田：預測田種植不同感病性品種，並經常以針刺製造傷口，並觀測其他寄主如雜草*Leersia sayanuka* 之發病情形，因此種雜草通常發生白葉枯病比水稻早，如*Leersia spp.*發生嚴重白葉枯病時，水稻就很可能隨後嚴重發生[21]。

3. 由病菌之數量：病菌之出現常在病害發生之前，因此定期採集稻葉，經磨碎，離心濃縮，再接種到感病品種[20]。

4. 噬菌體數量：噬菌體數量的增加比病害的發生早，可利用此原理來預測病害的發生。噬菌體可在灌溉水中於病害發生前偵測到，定點定期採集灌溉水，經離心及以微過濾膜(Millipore)過濾後加入病原細菌，在半固體培養基上，在20-25℃下， 經10-15小時即可看噬菌斑 (plagues)[21]。剛插秧時，田間噬菌體含量一般很低，如本田噬菌體含量愈高，則病害發生會較早且嚴重，如噬菌體偵測數量到達200/毫升，病害應已發生，假如噬菌體超過100/毫升，則可預測病害會在10~14 天內發生。在分櫱中期如噬菌體量＜100/毫升則發病程度輕微；＞500/毫升為中度；＞5000/毫升則為嚴重。在分櫱盛期如噬菌體量＜50/毫升則發病程度為輕微；＞100/毫升為中度；＞1000/毫升則為嚴重。如噬菌體經常維持在＞1000/毫升，則病

害已在當地廣泛存在，如噬菌體在很大範圍達1,000-2,000/毫升，則可預測病害將大發生[21]。秧田水中噬菌體量如＞500/毫升，可預測本田將發生急性萎凋病徵[26]。

水稻天然災害因應策略

一、臺灣天然災害特性

擬定水稻天然災害的因應策略，必須先了解臺灣的氣象災害特性：1.難以預測：發生的時間、地點、規模無法準確預測，尤其是颱風動向很難準確掌握；2.有季節性：以每年的六 月至十 月颱風季節發生的機率較高；3.有地區性：由於臺灣特殊的地形使然，氣象災害的發生通常不會全島一致，而有地區性的差異存在。

二、各項災害水稻生產因應策略

(一) 颱風

1. 颱風登陸前應修整田邊樹木，以防因倒折而壓損稻株，並修護灌、排水圳渠，以使水流暢通；颱風過後清除田間雜物並設法排洩田間積水。
2. 初植水稻於颱風過後即予檢查補植，生育期中者則應補施氮肥（如硫酸銨）每公頃約100公斤，以促使恢復生長勢，並視期作別，加強、穗稻熱病、紋枯病、白葉枯病防治施藥。
3. 乳熟、黃熟的水稻，於颱風來臨前分行壓倒，未熟水稻加深田水，減少稻株的搖擺，若有被吹倒的稻株應束縛起來並加支撐。
4. 已屆成熟的水稻，應儘早收割及乾燥。
5. 灌、排水道，如遭受洪水沖壞時，立即搶修；颱風過後稻田缺水時，應即灌水補充。

(二) 低溫

1. 注意每月長期天氣展望及一週農業氣象資訊內容，調整播種或秧期。

2. 秧苗育苗場宜設置於較避風處，晚間或寒流過境時，利用透明PE塑膠布敷蓋並隨時清掃布面積水，俟氣溫回升後再掀開，畦溝並灌注淺水。
3. 本田初植秧苗，當寒流過境時，應保持較高水位保溫，俟氣溫回升後排水並酌施追肥，恢復生長勢，增加耐（抗）寒力。
4. 若不慎受寒害程度較重時，應及早補植，以免影響生長期參差不齊。

(三) 乾旱

1. 早熟稻屆成熟期，提早收穫，避免旱害與鳥害。
2. 實施輪灌並儘量縮短灌溉期距（約三天一次），以提高穀粒充實飽滿。
3. 生育期間應注意縱捲葉蟲、飛蝨、葉蟬類害蟲之為害，把握適期施藥。
4. 開尋深水資源，適度調節灌溉或輔導休耕（轉作）。

三、災害前、後水稻病害防治策略與方法

(一) 稻熱病防治策略與方法

1. 栽培抗病品種：目前本省推廣的抗病品種有臺稉8號、臺東30號、、桃園1號、臺稉14號、臺中秈10號等（表三）。
2. 施肥技術改進：多施氮肥會減低水稻之抗病力，應依土壤質地之性質，分多次施用，並且維持三要素之適當比率，絕不可施用過量氮肥，以免助長穗稻熱病為害。
3. 增加行株距有助於改善微氣候，減少病害發生。
4. 藥劑防治：稻熱病之預防重於治療，因此藥劑的防治時期，應在抽穗前5天及齊穗期各施一次，以預防該病的發生，可參考表四所列藥劑進行防治。另外，筆者等於98年一期作比較12種植保手冊推薦藥劑對穗稻熱病防治試驗，結果以75％三賽唑可濕性粉劑、20％嘉賜三賽唑可濕性粉劑、50％富米熱斯可濕性粉劑防治效果最好，穗稻熱病罹病率分別僅為10.3％、12.3％、12.0％，與不施藥對照組(罹病率為36.0％) 差異顯著（表四）。綜合比較藥效及防治成本，顯示，75％三賽唑可濕性粉劑配製100公升成本為81元，藥效最好、成本最低，最值得推薦農友使用。

表三、96 年良質米品種對稻熱病抗感性檢定

Table 3. The indexing of susceptibility of different rice cultivars to rice blast in 2007[a]

品　種	水田				旱田	
	葉稻熱病		穗稻熱病		葉稻熱病	
	嘉義	關山	嘉義	關山	第一期作	第二期作
臺稉 2	MS	HS	S	HS	HS	S
臺稉 5	MS	S	HS	HS	HS	S
臺稉 8	MR	MR	S	MS	HS	MR
臺稉 9	S	S	HS	HS	HS	HS
臺稉 14	MR	MR	MS	MS	S	MS
臺稉 16	S	HS	HS	HS	HS	HS
臺稉 71	S	S	HS	HS	S	S
桃園 1	MR	R	MR	MS	MR	MR
臺南 11	S	S	HS	HS	HS	HS
高雄 139	S	S	S	HS	HS	S
高雄 145	MR	MS	HS	HS	HS	S
臺東 30	MR	MR	MR	MS	MS	MS
臺中秈 10	R	R	R	MS	MR	MR

[a] 以肉眼依照調查標準分0-9級記錄，檢定之等級與反應之對應如下：0為HR（極抗）；1-3為R（抗）；4-5為MR（中抗）；6為MS（中感）；7-8為S（感）；9為HS（極感）。

[a] The susceptibility of rice cultivars to rice blast were categorized into 0-9 levels according to the investigation standard.；0=HR (highly resistant); 1-3=R (resistant); 4-5= MR (moderately resistant); 6=MS (moderately susceptible); 7-8=S (susceptible); 9=(highly susceptible).

表四、98年一期作水稻穗熱病經不同藥劑二次施藥用後罹病率（%）比較

Table 4. Comparison of disease rate(%) of rice blast on rice grains after two applications of different fungicides

試驗藥劑	處理重複				平均	顯著性分析	
	I	II	III	IV	(%)	5%[a]	1%[a]
40%亞賜圃乳劑1,000X	27.3	15.7	15.4	10.6	17.3	bc	ab
50%富米熱斯可濕性粉劑1,000X	13.0	11.8	12.2	11.0	12.0	c	b
45%喜樂克拉乳劑1200X	40.7	7.3	19.5	16.5	21.0	abc	ab
75%三賽唑可濕性粉劑3,000X	6.2	4.8	5.3	24.7	10.3	c	b
50%護粒松乳劑1,000X	29.7	25.3	14.7	52.3	30.5	ab	ab
3%嘉賜黴素溶液1,000X	15.4	34.6	10.9	19.1	20.0	abc	ab
25%克熱淨溶液1,200X	17.6	35.4	13.2	24.8	22.8	abc	ab
48%丙基喜樂松乳劑1,000X	9.7	35.3	11.4	15.6	18.0	bc	ab
80%鋅錳乃浦可濕性粉劑500X	1.7	32.5	18.3	28.5	22.5	abc	ab
20%嘉賜三賽唑可濕性粉劑1,500X	4.8	8.2	24.4	11.6	12.3	c	b
21.2%嘉賜熱必斯可濕性粉劑1,500X	5.4	23.6	22.2	13.8	16.3	bc	ab
23%亞托敏乳劑2,000X（尚未核准）	4.9	24.1	10.3	8.7	12.0	c	b
不施藥對照組	55.9	39.1	22.5	26.5	36.0	a	a

[a.] 二次施藥後10天調查之結果；同欄中數值右方英文字母相同者，表示經鄧肯氏多重變域分析，差異不顯著。。

[a.] Results were investigated 10 days after second application of fungicides. Data followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Duncan’s multiple range test.

(二) 紋枯病防治策略與方法

1. 肥培管理：

1) 肥料對水稻病害的影響，以氮肥最為密切，磷及鉀的影響較小。多施氮肥容易發生稻熱病、紋枯病及白葉枯病，氮肥多時磷肥會助長發病，鉀肥則可增加稻株抗病力，氮肥多會降低鉀肥的效果。惟，缺氮時容易發生胡麻葉枯病，經綜合考慮各種病害之防治，多施有機氮肥，可以避免缺氮肥，稻株也比較抗病；矽是稻株的重要元素，可以強化細胞增強抗病力，可施用矽酸爐渣、矽酸鈣以增強稻株抗病力。

2) 加大行株距有助於改善微氣候，減少病害發生；此外，稻行的方向也會影響田間的通風，插秧時應與季節風同向，使田間通風良好，可降低水稻病害的發生及蔓延速率。

3) 灌排水方面，整地時應採用淺水整地，以利將植物殘株翻埋；二段整地的間隔期，則採較深的田水，可以讓紋枯病菌等病原菌的菌核及植物殘株漂浮至下風處，撈起漂浮物曬乾燒燬，可降低病蟲害密度。一期作插秧後25天，二期作插秧後15天，水稻分蘗初期至分蘗中期之間，即可進行曬田，曬田至田土輕微龜裂後，接著採用間歇性灌排水，如此可以強化稻根，促進稻株健壯，增加抗病力。如果田間有病害發生時，必須保持適當的田水，不能曬田而增加稻株逆境壓力。水稻抽穗期以後改以深水灌溉，水稻生育後期則愈晚排水愈好。

2. 藥劑防治：

紋枯病之初次感染源為本田初期附著在稻植株上之菌核，分蘗期稻叢間濕度增大，附著在稻植株上之菌核開始發芽感染水稻致病，發病後病菌靠菌絲在交織的稻葉間進行二次感染，所以初次感染源多寡影響分期之發病，分蘗期之發病又直接關係到後期之發病率；亦有報告指出，分別在水稻分蘗期、孕穗期及抽穗期施藥一次或兩次，觀察其防治效果，結果分蘗期施藥兩次防治率達74.0%最好，孕穗期防治兩次之防治率71.2%次之，分蘗期防治一次之防治率64.7%，孕穗期防治一次之防治率58.9%，抽穗期施藥兩次及一次之防治率則分別為27.8及19.9%，顯示早期防

治較能控制紋枯病之病情，至抽穗期再防治則其效果甚差[10]，因此以分蘗期為施藥的最佳時期。施藥方法及應注意事項如下：

1) 在水稻分蘗盛期，如發現病斑，應開始施藥，早熟稻之被害程度較晚熟稻嚴重，防治時期宜略提早。

2) 第一次施藥時，必須將藥液直接噴灑到葉鞘部；第二次施藥，則因稻的感病性增強，且病勢向上進展，應噴灑及全株。

3) 目前水稻品種中，還沒有高度抗病的品種。但不同品種間，對紋枯病的抵抗性有程度上的差異。

4) 可於風雨來襲前後，參考表五所列藥劑進行防治。該等藥劑為筆者於98年第一期稻作，在田間藥效比較試驗，選拔出效果較佳之藥劑。

(三) 白葉枯病防治策略與方法

1. 目前普遍栽培品種對白葉枯病均無抗病性，在曾嚴重發及風大地區，應避免種植極感病品種，例如臺稉9號；另，因病原菌由傷口侵入，應儘量採用直播，減少移植時感染病原菌。
2. 避免清晨露水未乾前行走於已發病之稻株間，施肥或噴藥工作儘可能在下午進行。
3. 種植前施用矽酸爐渣及生育期間減施氮肥，以增加葉片強度，減少傷口發生。
4. 可於風雨來襲前後，參考附件一所列藥劑進行防治。

(四) 胡麻葉枯病防治策略與方法

1. 稻種消毒：稻胡麻葉枯病的病菌可藉種子傳播，因此應避免將罹患病株的稻穀當作稻種，應選無病者供作稻種。為減輕在苗床和本田發病機會，經選擇稻種後，應選擇適當的藥劑消毒以消滅附著在稻種上的病原菌。
2. 增施有機物：多施堆肥、綠肥等有機質肥料並行深耕以增進土壤肥力及改善土壤物理性。
3. 適當的氮肥：氮肥施用不要過多或過少，宜根據稻株反應作靈活調節氮肥施用量及施用時期。

4. 發病嚴重田，於種植前應施用矽酸爐渣，每公頃2,000~3,000公斤，以增強水稻抗病性。

5. 可於風雨來襲前後，參考附件二所列藥劑進行防治。

表五、98年一期作水稻紋枯病經不同藥劑二次施用後病斑高度率（%）比較

Table 5. Comparison of height ratio (%) of diseased stem by sheath blight after two applications of different fungicides

試驗藥劑	處理重複				平均	顯著性分析[a]	
	I	II	III	IV	(%)	5%[a]	1%[a]
12%依普座水懸劑1000X	5.1	3.3	0.0	0.0	2.1	b	ab
20%福多寧水懸劑1000X	6.1	9.6	0.0	7.6	5.8	ab	ab
10%菲克利乳劑1500X	4.0	16.7	0.0	0.0	5.2	ab	ab
20%達滅淨可濕性粉劑3000X	0.0	9.1	5.8	1.2	4.0	b	ab
5%維利黴素溶液1000X	0.0	5.5	4.2	7.4	4.3	b	ab
25%賓克隆可濕性粉劑1000X	0.1	8.5	12.3	2.3	5.8	ab	ab
25%賓得克利水懸劑1200X	5.6	2.5	0.0	3.3	2.9	b	ab
25.9%得克利水基乳劑2000X	0.0	19.8	12.2	0.0	8.0	ab	ab
21%賽氟滅水懸劑3000X	1.5	7.2	17.2	9.2	8.8	ab	ab
6.5%鐵甲申酸胺溶液2000X	14.2	16.0	2.2	3.6	9.0	ab	ab
40%滅普寧水懸劑1200X	0.0	0.0	3.7	0.0	0.9	b	b
30%殺紋寧溶液500X	2.5	12.6	5.4	7.7	7.1	ab	ab
不施藥對照組	32.0	10.0	3.0	14.2	14.8	a	a

[a.] 二次施藥後10天調查之結果；同欄中數值右方英文字母相同者，表示經鄧肯氏多重變域分析，差異不顯著。

[a.] Results were investigated 10 days after second application of fungicides. Data followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Duncan’s multiple range test.

四、災後行政救濟措施

依據農業天然災害救助辦法第6 條之規定(Laws and Regulations Database of the Republic of China 2006)，行政院農業委員會應在災害發生後，以各地農業損失嚴重程度，分別公告辦理現金救助或低利貸款等行政措施，以舒解災情並穩定稻米價格。因防治疏失而發生病蟲害所引起的損失，並不能提報為災害救助項目，但往往與天然災害後，病蟲害常伴隨發生，容易造成判定上的困擾與誤解，引發爭議，因此農政單位與專家，必須對天然災害前、後所引起的病蟲害種類和徵狀充分的瞭解，並依發生狀況與時間點判斷災損的屬性與範圍，以減少爭議發生。

結論與檢討

水稻為國人的主要食物，也是種植面積最廣的作物，每年平均種植面積達42.2萬公頃，占總耕地面積達54.5%；面臨天然災害的威脅，水稻每年受災害的程度平均可高達26%，損失金額平均高達新臺幣10.2億元，為了避免天然災害後，再由病蟲害引發的二次損失，天然災害前後的病蟲害防治策略，必須有效地落實執行，才能將損失撿到最少的程度。惟，每年氣象災害的發生頻率與規模，及災後氣象狀況均不可預測，只能因時、因地周延判斷，採取最妥適的處置方式。尤其是，氣象災害有地域性，無法採用他國的資料來類比，而國內對於作物生產與氣象災害關係的研究文獻相當少，天災造成作物損害的評估技術，以及災害後復耕技術的研究也很缺乏，政府每年花費在勘災、補助與補償方面的人力、物力相當龐大，希望藉由本文能引起有關研究人員對這個領域的興趣與重視，進一步探討，天然災害後所造成的損傷與水稻病害發生密切相關，例如：水稻白葉枯病病原細菌藉由風災所產生傷口侵入感染稻株，並藉由風雨飛濺傳播擴散，風災後應可穩定預知白葉枯病的發生，並可於災害前後適當加防治；另，病原真菌所引起的病害，例如：紋枯病及胡麻葉枯病，其發生也受風雨所造成的物理傷害所影響，但傷口並非引發該等病害的唯一因子，病害的後續發展，

與災後溫度、濕度及病原菌初次感染原濃度等條件亦密切相關。筆者觀察98年臺東二期稻作，其幼苗期歷經莫拉克颱風豪雨的損傷，生育中期再經歷芭瑪颱風帶來豪雨的侵害，但白葉枯病卻未普遍嚴重發生，僅於採收前2~3星期，在部分地區造成稻株葉片局部乾枯；以往二期作常普遍發生的紋枯病，也未如往年發生嚴重，田間僅零星可見；反而是，胡麻葉枯病於稻作中後期（10月下旬~11下旬）普遍發生，由鹿野至池上地區均隨處可是。顯示，氣象災害與水稻病害發生的相互關係，仍亟待有系統研究，方能準確提供病害發生預測及防治策略訊息，供農民依循應用。

附表一、白葉枯病推薦用藥與施藥方法

藥劑名稱	每公頃施藥量	稀釋倍數	施藥方法及注意事項
14%嘉賜克枯爛可濕性粉劑	0.8 公斤	1,500	發病初期開始施藥，每隔10天施藥一次，連續三次。採收前14天停止施藥。避免混合鐵甲砷酸銨、賓克隆、三賽唑或陶斯松乳劑，或同時混合賓克隆及毆殺松，以免發生藥害；也不可混合強酸及強鹼性藥劑。
33%克枯三賽唑可濕性粉劑	1 公斤	1,000	發病初期施藥一次，10天後再施藥一次。採收前35天停止施藥。避免混合鐵甲砷酸銨、賓克隆或陶斯松，或同時混合賓克隆及毆殺松，以免發生藥害。
10%鏈四環黴素水溶性粉劑	1.0 公斤	1,000	發病初期開始施藥，每隔 10 天施藥一次，連續三次。
10%克枯爛可濕性粉劑	1.2 公斤	1,000	發病初期開始施藥，每隔 10 天施藥一次，連續三次。採收前 15 天停止施藥。不得混合鐵甲砷酸銨、賓克隆、三賽唑或陶斯松，或同時混合賓克隆及毆殺松。
6%撲殺熱粒劑	30 公斤	600	幼穗形成期前施藥一次。施藥時稻田內應保持水深 3～5 公分，維持 4～5 天。

附表二、胡麻葉枯病推薦用藥與施藥方法

藥劑名稱	每公頃施藥量	稀釋倍數	施藥方法及注意事項
25%普克利乳劑	0.8 公升	1,300	分蘗盛期病斑出現時開始施藥，每隔14 天再施藥一次，連續四次；抽穗期避免用藥。採收前 21 天停止施藥。
33%鋅錳乃浦水懸劑	抽穗期前 2.5 公升 抽穗期後 3.0 公升	400	分蘗盛期施藥一次，經 14 天再施藥一次；齊穗期施藥一次，經 14 天再施藥一次。採收前 20 天停止施藥，施藥次數不得超過四次。
37%錳乃浦水懸劑	抽穗期前 1.67 公升 抽穗期後 2.0 公升	600	分蘗盛期施藥一次，經 14 天再施藥一次；齊穗期施藥一次，經 14 天再施藥一次。採收前 20 天停止施藥。

引用文獻

1. 川上瀧彌、鈴木力治。1908。稻葉枯病及稻苗燒病。臺灣農作物病害目錄（一）。
2. 杜金池、張義璋。1978 。*Rhizoctoniasolani* Kuhn 之菌絲融合群及其對水稻之病原性。pp.263 - 285。邱人璋編水稻病蟲害：生態學及流行學。中國農村復興聯合委員會刊印。
3. 杜金池、張義璋。1981。水稻紋枯病原菌之生態及生物防治。臺南區農業改良場研究彙報。15：1 - 24。
4. 杜金池、張義璋、王仲文。1979。水稻紋枯病菌之生態研究。科學發展月刊7(12):1208 - 1219。
5. 陳其昌、簡錦忠。1961。稻紋枯病藥劑防治試驗。臺大農學院專刊10: 179 -196。
6. 張義璋。1985。影響稻紋枯病菌生長及菌核形成之因子。中華農業研究34:454-463。

7. 張義璋。1986。紋枯病罹病程度對稻穀產量之影響。中華農業研究 35:202-209。
8. 費雯綺、王喻其編。2007。植物保護手冊─糧食作物及其他篇，第 24 頁。臺中。412 頁。
9. 簡錦忠、鍾順昌、朱啟魯。1963。稻紋枯病菌菌核脫落之數量及其發芽試驗。中華農業研究12(2): 7 - 13。
10. 簡錦忠、洪雲卿、劉鐵寧。1969。稻紋枯病病原菌菌核之病原性。農業研究18(4): 19 - 23。
11. 彭洪江、唐地元。1990。水稻紋枯病流行動態、藥劑防治時期及指標的研究。植物病理學報20(2): 153 - 158。
12. 蔡武雄。1975。水稻紋枯病不同發病程度與產量及產量損失關係之研究。植保會刊17(4): 410 - 417。
13. 蔡武雄。1976。紋枯病對水稻產量損失估計。植保會刊18(2): 106 - 119。
14. 蔡武雄、游俊明。1978。水稻紋枯病之流行學及其對產量之影響。p.247 - 262。邱人璋編水稻病蟲害：生態學及流行學。中國農村復興聯合委員會刊印。
15. 蔡翰沅、黃榮作、彭瑞菊。2008。97年雲嘉南地區水稻稻熱病與白葉枯病發生概況。臺南區農業專訊68期:16-18。
16. Goto, K., Fukatsu, R., and Ohata, K. 1956. Effect of climate conditions on the infection of bacterial leaf blight of rice. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 20: 175-176.
17. Goto, K., Inoue, Y., Fukatsu, R., and Ohata, K. 1955. Field observations on the outbreak and fluctuation of severity of bacterial leaf blight of rice plant. Bull. Div. Plant Breed, Tokaikinki Agr. Exp. Sta. 2:53-68.
18. Hashioka, Y. 1951. Bacterial leaf blight of rice and its control. Agr. and Hort., Tokyo 26:644-648.
19. Hsieh, S. P. Y., and Buddenhagen, I. W. 1975. Survival of tropical *Xanthomonas oryzae* in relation to substrate, temperature, and humidity. Phytopathology 65:513-519.

20. Inoue, Y., Goto, K., and Ohata, K. 1957. Overwintering and mode of infection of leaf blight bacteria of rice plant. Bull. Div. Pl. Breed., Tokai-kinki Agr. Exp. Sta. 4:74-82.
21. Mizukami, T., and Wakimoto, S. 1969. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 7: 51-72.
22. Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. pp.201-222.
23. Swings, J., Van den Mooter, M., Vauterin, L., Hoste, B., Gillis, M., Mew, T. W., and Kersters, K. 1990. Reclassification of the causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* (ex Ishiyama 1922) sp. nov., nom. rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 40:309-311.
24. Wakimoto, S. 1954. Biological and physiological properties of *Xanthomonas oryzae* phage. Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu 14: 485-493.
25. Watanabe, Y. 1975. Ecological studies on kresek phage of bacterial leaf blight of rice. Bull. Tokai-Kinki Natl. Agric. Exp. Stn. 28:50-123.
26. Williams, J. G. K., Kubelik, A. R. K., Livak, J. L., Rafalski, J. A., and Tingey, S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by random primers are useful as genetic makers. Nucleic Acid Res. 18: 6531-6535.
27. Yoshimura, S. 1963. Diagnostic and ecological studies of rice bacterial leaf blight, caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson. Bull. Hokuriku Agr. Exp. Sta. 5:27-182.

ABSTRACT

The Occurrence and Management of Paddy Rice Diseases after Natural Disaster

Huang, T. C. and Chu, S. C.
Taitung District Agricultural Research and Extension Station, Taiwan, ROC

Paddy rice is the staple food and the most widely grown crop in Taiwan. Every year, the average sown area amounts to 422,000 hectares, accounting for 54.4% of arable land. Due to the threat of natural disaster, the percentage of damaged paddy rice may reach up 26%, with a loss of up to 1.02 billion NTD. Natural events which may cause damage to plants include typhoon, torrential rain, low temperature, hail, and drought. Among the five causes, typhoon and torrential rain bring about the most severe damage such as paddy rice lodging and flooded fields. After the weather clears, temperature increase may cause paddy rice plant diseases which may be easily spread. Rice blast commonly occurs among first seasonal cropping paddy rice during monsoon season. Sheath blight, bacterial leaf blight, and helminthosporium leaf spot are often found in second seasonal cropping during the typhoon season. Strategies to protect paddy rice from diseases following natural disasters include: cultivating disease-resistant varieties, improving fertilizer technology, in particular using adequate phosphorous and potassium fertilizers while reducing nitrogenous fertilizers to promote disease resistance, and enlarging the space between rice plants to reduce the spread of diseases. Further, applying suitable pesticides before natural disasters occur can prevent rice plants from being infected by pathogens. After a natural disaster, water needs to be drained from fields as soon as possible while field areas need to be cleared and suitable pesticides applied immediately to reduce the possibility of infection. In the event of a cold current, special attention needs to be paid to the temperature and make necessary

adjustments for sowing seeds or transplanting rice seedlings. Nitrogenous fertilizers need to be applied to rice plants during growing stage for restoration. In conclusion, good prevention and restoration measures effectively protect rice plants against diseases following natural disasters and ensure the welfare of farmers.

Key word: Natural disaster, paddy rice diseases, management strategies, typhoon, torrential rain